

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

38

(11)Publication number : 05-034593

(43)Date of publication of application : 12.02.1993

(51)Int.Cl.

G02B 13/24

G02B 13/14

G02B 13/18

(21)Application number : 03-281223

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.10.1991

(72)Inventor : KENNO KOKICHI

(30)Priority

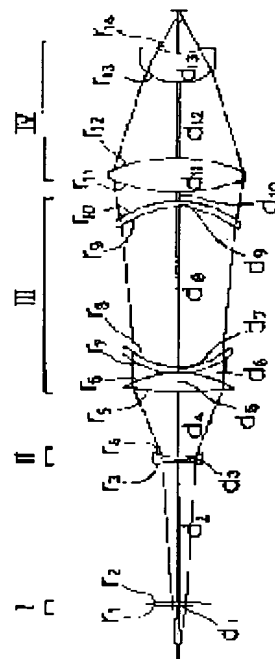
Priority number : 03117307 Priority date : 22.05.1991 Priority country : JP

## (54) CONTRACTION PROJECTION LENS

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a both object side/image side telecentric contraction projection lens in which total wall thickness of glass material of a lens system is thin and a transmission factor is satisfactory, and which has a wide exposure area and high resolving power.

**CONSTITUTION:** This lens is constituted of a first positive lens group I, a second negative lens group II, a third positive lens group III, and a fourth positive lens group IV having at least one piece of meniscus lens whose concave surface is turned to an image side, each lens group is constituted of singular or plural lenses consisting of a glass material whose refractive index is  $\leq 1.6$ , and also, at least one aspherical surface is placed in a second lens group II and a fourth lens group IV, respectively.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-34593

(43)公開日 平成5年(1993)2月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 13/24

8106-2K

13/14

8106-2K

13/18

8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数 2(全 21 頁)

(21)出願番号 特願平3-281223

(22)出願日 平成3年(1991)10月28日

(31)優先権主張番号 特願平3-117307

(32)優先日 平3(1991)5月22日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 研野孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリ

パス光学工業株式会社内

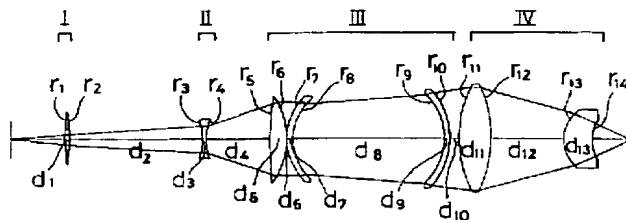
(74)代理人 弁理士 荏澤 弘 (外7名)

(54)【発明の名称】 縮小投影レンズ

(57)【要約】

【目的】 レンズ系硝材総肉厚が薄くて透過率が良く、広い露光領域と高い解像力を持った物体側、像側両テレセントリック縮小投影レンズ。

【構成】 正の第1レンズ群I、負の第2レンズ群II、正の第3レンズ群III、像側に凹面を向けたメニスカスレンズを少なくとも1枚有する正の第4レンズ群IVで構成され、各レンズ群は屈折率1.6以下のガラス材料からなる単数又は複数のレンズにより構成され、かつ、第2レンズ群II、第4レンズ群IVにそれぞれ少なくとも1面の非球面が配置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、像側に凹面を向けたメニスカスレンズを少なくとも1枚有する正の第4レンズ群で構成され、各レンズ群は屈折率1.6以下のガラス材料からなる単数又は複数のレンズにより構成され、かつ、第2レンズ群、第4レンズ群にそれぞれ少なくとも1面の非球面が配置されていることを特徴とする縮小投影レンズ。

【請求項2】 入射瞳及び射出瞳位置が十分に遠くに設定された両テレセントリックに構成されていることを特徴とする請求項1記載の縮小投影レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、縮小投影レンズに関し、特に、縮小投影露光法によって回路パターンを描かれたマスク等から回路パターン等を転写する際に用いる縮小投影レンズに関するものである。

## 【0002】

【従来技術】一般に、投影レンズによる投影像の解像力はその開口数に比例し、使用する波長に反比例する。近年、回路パターンの高集積化が一段と進み、さらに解像力の良いレンズが要求されてきており、開口数を大きくして行くとそれに比例して解像力は良くなって行くが、焦点深度が浅くなり、焦点合わせを非常に正確に行う必要が生ずる。また、回路パターンを転写するシリコンウエハーの平坦度も非常に厳しい値が要求され、実用には向かなくなってしまう。

【0003】そのため、近年では、開口数を大きくするよりも、使用波長を短くして焦点深度を保ちつつ解像力を上げることが行われるようになった。

【0004】現在では、水銀灯による波長436nmから365nmの光が使用されるようになっているが、近年、248nmを発光スペクトルとするKrFエキシマレーザを使用する特開昭60-140310号等の提案がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、使用波長が250nm以下になると、使用できる硝材は、透過率から、SiO<sub>2</sub>又はCaF<sub>2</sub>に限られ、しかも加工性等を考慮すると、SiO<sub>2</sub>しか使用できる硝材はない。さらに、200nm以下では、このSiO<sub>2</sub>を使用しても、透過率が低いために、硝材総肉厚は、200mm前後以下にしないと、透過率が50%以下になってしまう。そこで、レンズ系の硝材総肉厚が少しでも短いことが必要条件になってくるが、上記した特開昭60-140310号等のものにおいては、レンズ系の硝材総肉厚が200mmより厚いものである。また、回路パターンを転写するときのフォーカスエラーによって生ずる投影倍率の変化がないように、射出瞳位置が実質的に無限遠の像側

テレセントリックな光学系にすることが知られている。しかし、解像力が高くなるに従って、この投影倍率の変化は、さらに厳しいものが要求されてきており、像側だけにとどまらず物体側のマスクの平坦度による倍率変化も起きないように、物体側テレセントリックな光学系が要求されている。

【0006】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、レンズ系硝材総肉厚を物像間距離の4分の1以下にして透過率を良くし、なおかつ、広い露光領域と高い解像力を持った物体側、像側両テレセントリック縮小投影レンズを提供することである。

【0007】なお、本発明の投影レンズにおいては、193nmを主な発光スペクトルとするArFエキシマレーザ等を用いるが、248nmを主な発光スペクトルとするKrFエキシマレーザにおいても使用できることは当然である。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の縮小投影レンズは、物体側より順に、正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、像側に凹面を向けたメニスカスレンズを少なくとも1枚有する正の第4レンズ群で構成され、各レンズ群は屈折率1.6以下のガラス材料からなる単数又は複数のレンズにより構成され、かつ、第2レンズ群、第4レンズ群にそれぞれ少なくとも1面の非球面が配置されていることを特徴とするものである。

【0009】この場合、入射瞳及び射出瞳位置が十分に遠くに設定された両テレセントリックに構成されるのが望ましい。

## 【0010】

【作用】以下、上記のような構成を採用した理由と作用について説明する。高解像力と広い露光領域を確保するためには、像面湾曲をほぼ完全に補正しなければならないことは良く知られている。

【0011】また、物体側、像側の両テレセントリック光学系では、レンズ系中央付近にある瞳を物体側、像側の双方で無限遠に投影する必要があり、物体近傍と像近傍に正のレンズ群を配し、レンズ系中央付近の瞳を無限遠方に結像させるようにしている。

【0012】さらに、レンズ系総肉厚を薄くするためには、レンズ1枚1枚を薄くする必要があり、かつ、各々のレンズ群を構成するレンズエレメントの数を減らすことが重要である。

【0013】上記3つの必要条件は、互いに矛盾する点が多い。例えば、像面湾曲を補正するためにベッツバル和をほとんどゼロに補正するために、マージナル光線が比較的低い物体近傍か像近傍に負レンズを配す必要がある。

【0014】以上のように、高解像力と広い露光領域を確保するために、両テレセントリック系レンズにするこ

ととレンズ系の総肉厚を薄くするという条件は、非常に難しい制限条件となる。

【0015】本発明は、以上のように相互に矛盾する制限条件を満足するためになされたものであり、以下に各群の配置と作用に関して説明をする。

【0016】テレセントリック光学系にするために、第1レンズ群と第4レンズ群に正のレンズ系を配している。

【0017】第1レンズ群の正パワーは、無限遠の入射瞳をレンズ系中央にある強い正の屈折力を持つ第3レンズ群近傍に投影し、この第3レンズ群で発生するコマ収差を小さくするためのものである。

【0018】第2レンズ群は、ベッツバル和の補正と光線高を高くするために強い負レンズとなっている。広い露光領域を確保するためには、像面湾曲のないレンズ系にする必要があり、そのためには、ベッツバル和を小さくすることが一般によく知られている。また、強い負のレンズ系を用いると、強い負の球面収差が発生し、他の群で発生する正の球面収差とバランスさせることができなくなる。そこで、第2レンズ群に非球面を使うことで、さらに良好な球面収差に補正することができる。

$$|f_{34}| < D/5$$

の条件を満足するようにすると、レンズ系全長を小さくすることができる。この条件①の範囲を越えると、物像間距離Dが実用になる距離を遙かに越え、このレンズ系を用いる縮小投影露光装置が非常に大型となり、実用に

$$f_1 < D/2$$

なる条件を満足する必要がある。

【0023】

【実施例】以下、この発明の実施例を示す。実施例1～3のレンズ系の断面図をそれぞれ図1～図3に示す。何れの実施例においても、第1群Iは両凸正レンズ1枚から、第2群IIは両凹負レンズ1枚から、第3群IIIは両凸正レンズ1枚の前群と凹面が向き合った2枚の負メニスカスレンズの後群とからなる。第4群IVは、実施例1においては、両凸正レンズと像側に凹面を向けた正メニスカスレンズの2枚からなり、実施例2においては、両凸正レンズ2枚と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズの3枚からなり、実施例3においては、両凸正レンズと像側に凹面を向けた正メニスカスレンズの2枚からなる。

【0024】実施例4～9のレンズ系の断面図をそれぞれ図4～9に示す。何れの実施例においても、第1群Iは物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ1枚から、第2群IIは、両凹負レンズ1枚から、第3群IIIは両凸正レンズ1枚からなる。第4群IVは、実施例4、7においては、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと像側に凹面を向けた負メニスカスレンズの2枚からなり、実施例5、6、8、9においては、両凸正レンズと像側に凹面を向けた負メニスカスレンズの2枚からなる。

【0019】第3レンズ群は、第2レンズ群の負の屈折力を強くさせる働きがある。第3レンズ群は、第2レンズ群で発散光束となってしまう物体からの光束を概略平行光束にするために、正の屈折力を有する必要がある、第3レンズ群の正の屈折力が弱いと、第2レンズ群の負の屈折力も弱くなり、上記ベッツバル和が良好に補正できない。

【0020】第4レンズ群は、両テレセントリック光学系で、全系の物像間距離Dと倍率 $\beta$ を決める群となる。この強い正の屈折力のため、レンズ系の構成要素が少ない本発明の場合は、球面レンズ系では必ず正の球面収差が発生してしまう。そこで、本発明では、この第4レンズ群にも非球面を少なくとも1面使用することにより、第4レンズ群で発生する球面収差を良好に補正している。もし、非球面を用いない場合には、第4レンズ群で発生する球面収差を補正しようとしても、本発明のようにレンズエレメントの数が少ないレンズ系においては、他の群で補正することが不可能である。

【0021】また、第3レンズ群と第4レンズ群の合成焦点距離を $f_{34}$ とし、物像間距離をDとし、

$$\dots \textcircled{1}$$

耐えなくなる。

【0022】また、第4レンズ群は、両テレセントリック光学系において全系の物像間距離Dと倍率 $\beta$ を決める群となるので、この群の焦点距離を $f_4$ とすると、

$$\dots \textcircled{2}$$

【0025】非球面については、実施例1においては、第1レンズ群、第2レンズ群それぞれの第1面、第3レンズ群の第1面と第4面、第4レンズ群の第1面と最終面の6面に用いており、実施例2においては、第1レンズ群、第2レンズ群それぞれの第1面、第3レンズ群の第4面、第4レンズ群の第1面と最終面の第5面に用いており、また、実施例3においては、第1レンズ群、第2レンズ群それぞれの第1面、第3レンズ群の第1面と第4面と第6面、第4レンズ群の第1面と最終面の7面に用いている。

【0026】実施例4～9においては、実施例4では、第2レンズ群の第2面、第3レンズ群の第1面、第4レンズ群の最終面の3面に用いており、実施例5では、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群それぞれの第1面、第4レンズ群の第1面と最終面の5面に用いており、実施例6では、第2レンズ群、第3レンズ群それぞれの第1面、第4レンズ群の第1面と最終面の4面に用いており、実施例7では、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群それぞれの第1面、第4レンズ群の最終面の4面に用いており、実施例8では、第1レンズ群の第1面、第2レンズ群の第2面、第3レンズ群の第1面、第4レンズ群の第1面と最終面の5面に用いており、実施例9では、第2レンズ群の第2面、第3レンズ

群の第1面、第4レンズ群の第1面と最終面の4面に用いている。

【0027】本発明において、ベッツパール和の補正とコマ収差の補正が収差補正上重要な位置を占めることは、上記した通りである。そこで、実施例1～3と実施例4～9の違いについて説明する。

【0028】ベッツパール和を小さくするためには、レンズ系の中の負の屈折力を持った凹面を多くするか、又は、その屈折力を強くすることが重要である。実施例1～3の場合は、これを、凹面向かい合わせたガウスタイプを使うことによって、負の屈折力を持つ面を増やして

$$f_1 < D/2.5$$

なる条件を満足することが重要である。この上限を越えると、第3レンズ群III後群の向き合った凹面でのコマ収差補正能力が低くなってしまふからである。この向き合った凹面で構成されたメニスカスレンズは、この後群を通過する光線の上側光束と下側光束の対称性から、コマフレアの補正を行うのに有効である。なお、このメニスカスレンズの中心肉厚は、全系の透過率の問題から、有効径の1/4以下とするのが好ましい。さらに、

$$D/3 < f_1 < D$$

なる条件の範囲にすると、第3レンズ群III近傍に入射瞳が投影され、第3レンズ群IIIで発生するコマ収差が少なくなり、より広い露光領域を確保することができる。この条件④から外れると、第3レンズ群IIIで発生するコマ収差が大きくなり、コマ収差の補正のために他のレンズエレメントの数が多くなり、レンズ系の総肉厚

$$|f_2| < D/5$$

なる条件を満足することが重要である。この条件⑤の上限を越えて、負の焦点距離が延びてしまうと、ベッツパール和の補正ができなくなってしまう。なお、このベッツパール和の補正のために、第3レンズ群III後群の負の屈折力を強くしてしまうと、第3レンズ群III後群で補正しているコマ収差とコマフレアの発生が大きくな

$$D/10 < |f_2|$$

なる条件を満足することが重要である。この条件式⑥は、レンズ系全体を通して負のレンズ群はこの第2レンズ群IIのみとなる実施例4～9において、負レンズの焦点距離を短くすると、ベッツパール和の補正に効果があり、フラットな像面を得るには好都合である。しかし、上記条件⑥の下限を越えて、第2レンズ群IIの焦点距離が短くなると、負レンズの屈折力が強くなりすぎ、コマ収差等に悪影響を与える。そこで、実施例4～9の場合は、向き合った凹面がない代わりに、第2レンズ群IIと第3レンズ群IIIの間隔を短くし、第3レンズ群III近傍に瞳位置を置いて、第2レンズ群IIでの軸外主光線の光線高を低く抑えることに成功したため、第2レンズ群

$$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - P(y^2/r^2)\}^{1/2}]$$

解決している。実施例4～9では、第2レンズ群IIから所定量距離において正の屈折力を持つ第3レンズ群IIIを配置することで、第2レンズ群IIの負の屈折力を強くして、ベッツパール和を補正している。

【0029】なお、コマ収差については、第3レンズ群IIIにコマ収差の補正能力を積極的に持たせたガウスタイプを採用したのが実施例1～3であり、実施例4～9では第3レンズ群IIIで発生するコマ収差をなるべく小さくして、他のレンズ群によって補正している。

【0030】さらに、好ましくは、実施例1～3では、第1レンズ群Iの焦点距離 $f_1$ は、

$$\dots \textcircled{3}$$

瞳位置をはさんで凹面が向き合っているために、歪曲収差と非点収差を発生させないことが良く知られている。また、この向き合った凹面で構成されたメニスカスレンズの各面の働きを十分に引き出すためには、これらメニスカスレンズを通過する光線高を高くすることが必要である。

【0031】一方、実施例4～9では、第1レンズ群Iの焦点距離を $f_1$ とすると、

$$\dots \textcircled{4}$$

が厚くなってしまう。

【0032】また、第2レンズ群IIは、ベッツパール和の補正のため、強い負レンズとなっている。実施例1～3では、さらに好ましくは、第2レンズ群IIの焦点距離を $f_2$ とし、

$$\dots \textcircled{5}$$

って、広い露光領域が確保できなくなる。

【0033】一方、実施例4～9では、向き合った凹面で構成する第3レンズ群III後群がないために、第2レンズ群IIでコマ収差の発生が多くなりすぎると、他の群で補正することが困難になる。そこで、第2レンズ群IIの焦点距離を $f_2$ とし、

$$\dots \textcircled{6}$$

IIで発生するコマ収差が少なくなっている。

【0034】次に、これら実施例のレンズデータを示すが、硝材は全て熔融石英 $\text{SiO}_2$ からなる。記号は、 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ はそれぞれ第1レンズ群ないし第4レンズ群の焦点距離、 $f_{34}$ は第3レンズ群と第4レンズ群の合成焦点距離、 $r_1$ 、 $r_2$ …は各レンズ面の曲率半径、 $d_1$ 、 $d_2$ …は各レンズ面間の間隔、 $n_{1931}$ 、 $n_{1932}$ …は各レンズの193nmでの屈折率、 $\nu_1$ 、 $\nu_2$ …は各レンズのアッベ数であり、また、非球面形状は、光軸方向をx、光軸に直交する方向をyとした時、次の式で表される。

【0035】

$$+A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、 $r$ は近軸曲率半径、 $P$ は円錐係数、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ は非球面係数である。

【0036】なお、各実施例の倍率は1/5、開口数 $N$ は0.45、物像間距離 $D$ は1000mm、露光領域は、実施例1、2、4～9においては10×10mm、

$r_1 = 451.692$ (非球面)	$d_1 = 6.713$	$n_{1931} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_1 = 67.8$
$r_2 = -288.953$	$d_2 = 217.576$		
$r_3 = -91.166$ (非球面)	$d_3 = 5.000$	$n_{1932} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_2 = 67.8$
$r_4 = 91.869$	$d_4 = 101.863$		
$r_5 = 735.532$ (非球面)	$d_5 = 26.997$	$n_{1933} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_3 = 67.8$
$r_6 = -136.072$	$d_6 = 0.339$		
$r_7 = 108.940$	$d_7 = 8.578$	$n_{1934} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_4 = 67.8$
$r_8 = 97.643$ (非球面)	$d_8 = 245.090$		
$r_9 = -118.470$	$d_9 = 9.457$	$n_{1935} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_5 = 67.8$
$r_{10} = -139.413$	$d_{10} = 14.230$		
$r_{11} = 248.505$ (非球面)	$d_{11} = 49.436$	$n_{1936} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_6 = 67.8$
$r_{12} = -228.156$	$d_{12} = 114.603$		
$r_{13} = 67.874$	$d_{13} = 44.827$	$n_{1937} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_7 = 67.8$
$r_{14} = 75.136$ (非球面)			

非球面係数

第1面

$P = 1$

$A_4 = 2.93249 \times 10^{-8}$

$A_6 = -6.01561 \times 10^{-13}$

$A_8 = 7.75262 \times 10^{-17}$

$A_{10} = -1.59422 \times 10^{-20}$

第3面

$P = 1$

$A_4 = 1.70739 \times 10^{-7}$

$A_6 = -9.00445 \times 10^{-12}$

$A_8 = -1.88095 \times 10^{-16}$

$A_{10} = 3.32351 \times 10^{-18}$

第5面

$P = 1$

$A_4 = 3.77679 \times 10^{-9}$

$A_6 = 1.18388 \times 10^{-13}$

$A_8 = -6.91515 \times 10^{-17}$

$A_{10} = 1.78302 \times 10^{-21}$

第8面

$P = 1$

$A_4 = 2.24951 \times 10^{-8}$

$r_1 = 346.678$ (非球面)	$d_1 = 8.996$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_2 = -211.745$	$d_2 = 116.945$		
$r_3 = -84.931$ (非球面)	$d_3 = 5.000$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_4 = 92.254$	$d_4 = 73.419$		
$r_5 = 690.064$	$d_5 = 18.505$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_6 = -118.105$	$d_6 = 221.548$		
$r_7 = 110.508$	$d_7 = 6.107$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_8 = 94.010$ (非球面)	$d_8 = 215.600$		

実施例3においては15×15mmである。また、焦点距離については、本発明の投影レンズは物体側、像側に両テレセントリックなレンズ系であるので、何れの実施例も無限大である。

【0037】実施例1

$n_{1931} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu_1 = 67.8$

$n_{1932} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu_2 = 67.8$

$n_{1933} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu_3 = 67.8$

$n_{1934} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu_4 = 67.8$

$n_{1935} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu_5 = 67.8$

$n_{1936} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu_6 = 67.8$

$n_{1937} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu_7 = 67.8$

$A_6 = 5.83034 \times 10^{-13}$

$A_8 = 1.81963 \times 10^{-17}$

$A_{10} = 3.58875 \times 10^{-21}$

第11面

$P = 1$

$A_4 = -2.18203 \times 10^{-8}$

$A_6 = -5.58764 \times 10^{-13}$

$A_8 = -3.39369 \times 10^{-18}$

$A_{10} = 4.26460 \times 10^{-22}$

第14面

$P = 1$

$A_4 = 4.78744 \times 10^{-7}$

$A_6 = 9.95229 \times 10^{-11}$

$A_8 = 1.82581 \times 10^{-14}$

$A_{10} = 9.52854 \times 10^{-18}$

$f_1 = 315.709$

$f_2 = -80.917$

$f_3 = 219.905$

$f_4 = 152.611$

$f_{34} = 608.503$

【0038】実施例2

$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu = 67.8$

$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu = 67.8$

$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu = 67.8$

$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$   $\nu = 67.8$

$r_9 = -116.782$	$d_9 = 5.000$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_{10} = -135.508$	$d_{10} = 0.100$		
$r_{11} = 254.527$ (非球面)	$d_{11} = 12.600$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_{12} = -7731.132$	$d_{12} = 0.100$		
$r_{13} = 321.598$	$d_{13} = 38.382$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_{14} = -249.389$	$d_{14} = 97.319$		
$r_{15} = 54.043$	$d_{15} = 46.683$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_{16} = 45.969$ (非球面)			

非球面係数

第1面

$P = 1$

$A_4 = 3.50944 \times 10^{-8}$

$A_6 = -1.17311 \times 10^{-12}$

$A_8 = -9.39000 \times 10^{-17}$

$A_{10} = -1.18581 \times 10^{-20}$

第3面

$P = 1$

$A_4 = 1.51045 \times 10^{-7}$

$A_6 = 3.15495 \times 10^{-11}$

$A_8 = 7.17742 \times 10^{-15}$

$A_{10} = 1.17334 \times 10^{-13}$

第8面

$P = 1$

$A_4 = 2.41442 \times 10^{-8}$

$A_6 = -1.37501 \times 10^{-13}$

$A_8 = -3.82684 \times 10^{-17}$

$A_{10} = -4.07941 \times 10^{-21}$

$r_1 = 226.862$ (非球面)	$d_1 = 21.097$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_2 = -331.243$	$d_2 = 156.694$		
$r_3 = -74.083$ (非球面)	$d_3 = 84.138$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_4 = 84.138$	$d_4 = 104.086$		
$r_5 = 652.171$ (非球面)	$d_5 = 28.328$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_6 = -137.525$	$d_6 = 20.895$		
$r_7 = 117.445$	$d_7 = 5.000$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_8 = 103.697$ (非球面)	$d_8 = 236.472$		
$r_9 = -128.167$	$d_9 = 6.469$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_{10} = -154.631$ (非球面)	$d_{10} = 6.469$		
$r_{11} = 190.291$ (非球面)	$d_{11} = 22.633$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_{12} = -308.181$	$d_{12} = 117.017$		
$r_{13} = 68.215$	$d_{13} = 49.275$	$n_{193} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu = 67.8$
$r_{14} = 87.724$ (非球面)			

非球面係数

第1面

$P = 1$

$A_4 = 1.01346 \times 10^{-3}$

$A_6 = -6.39640 \times 10^{-13}$

$A_8 = -1.03771 \times 10^{-17}$

$A_{10} = -3.19138 \times 10^{-22}$

第3面

第11面

$P = 1$

$A_4 = -2.85336 \times 10^{-3}$

$A_6 = -9.27780 \times 10^{-13}$

$A_8 = -9.61658 \times 10^{-13}$

$A_{10} = 5.57595 \times 10^{-22}$

第16面

$P = 1$

$A_4 = 1.69376 \times 10^{-6}$

$A_6 = 1.04389 \times 10^{-9}$

$A_8 = 4.87186 \times 10^{-13}$

$A_{10} = 7.55304 \times 10^{-16}$

$f_1 = 236.105$

$f_2 = -78.173$

$f_3 = 150.720$

$f_4 = 114.477$

$f_{34} = -147.329$

【0039】実施例3

$P = 1$

$A_4 = 3.88528 \times 10^{-7}$

$A_6 = 3.09256 \times 10^{-11}$

$A_8 = 3.92110 \times 10^{-15}$

$A_{10} = 2.74269 \times 10^{-18}$

第5面

$P = 1$

$A_4 = 4.35316 \times 10^{-9}$

$$A_6 = -9.04323 \times 10^{-13}$$

$$A_3 = 9.26304 \times 10^{-17}$$

$$A_{10} = -6.78193 \times 10^{-21}$$

第8面

$$P = 1$$

$$A_4 = 1.82229 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -2.70904 \times 10^{-13}$$

$$A_3 = 1.92104 \times 10^{-17}$$

$$A_{10} = 7.81170 \times 10^{-21}$$

第10面

$$P = 1$$

$$A_4 = -9.39398 \times 10^{-10}$$

$$A_6 = -7.71154 \times 10^{-14}$$

$$A_3 = -2.42008 \times 10^{-18}$$

$$A_{10} = -1.25911 \times 10^{-21}$$

第11面

$$P = 1$$

$$r_1 = -572.0476$$

$$d_1 = 10.000$$

$$n_{1931} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_1 = 67.8$$

$$r_2 = -184.8433$$

$$d_2 = 409.771$$

$$n_{1932} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_2 = 67.8$$

$$r_3 = -458.4715$$

$$d_3 = 10.000$$

$$n_{1933} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_3 = 67.8$$

$$r_4 = 202.4878(\text{非球面}) \quad d_4 = 190.139$$

$$r_5 = 286.1623(\text{非球面}) \quad d_5 = 45.952$$

$$n_{1934} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_4 = 67.8$$

$$r_6 = -214.2468$$

$$d_6 = 45.952$$

$$n_{1935} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_5 = 67.8$$

$$r_7 = 187.2298$$

$$d_7 = 29.313$$

$$r_8 = 2521.0651$$

$$d_8 = 97.435$$

$$r_9 = 69.7454$$

$$d_9 = 44.735$$

$$r_{10} = 42.0656(\text{非球面})$$

非球面係数

第4面

$$P = 1$$

$$A_4 = 1.59538 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = 8.3103 \times 10^{-12}$$

$$A_3 = 5.1193 \times 10^{-16}$$

$$A_{10} = -3.9590 \times 10^{-20}$$

第5面

$$P = 1$$

$$A_4 = -3.72611 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 6.90136 \times 10^{-14}$$

$$A_3 = 7.79908 \times 10^{-18}$$

$$A_{10} = -1.74025 \times 10^{-22}$$

$$r_1 = -541.2251(\text{非球面}) \quad d_1 = 10.000$$

$$r_2 = -178.508 \quad d_2 = 380.563$$

$$r_3 = -116.7046(\text{非球面}) \quad d_3 = 10.000$$

$$r_4 = 167.246 \quad d_4 = 88.289$$

$$r_5 = 493.1745(\text{非球面}) \quad d_5 = 31.836$$

$$r_6 = -167.779 \quad d_6 = 152.364$$

$$r_7 = 171.5560(\text{非球面}) \quad d_7 = 39.607$$

$$r_8 = -486.272 \quad d_8 = 114.281$$

$$r_9 = 62.349 \quad d_9 = 48.557$$

第10面

$$P = 1$$

$$A_4 = 9.15018 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = 6.01403 \times 10^{-10}$$

$$A_3 = 1.35777 \times 10^{-13}$$

$$A_{10} = 5.31287 \times 10^{-16}$$

$$f_1 = 483.16993$$

$$f_2 = -249.45725$$

$$f_3 = 226.24081$$

$$f_4 = 425.39731$$

$$f_{34} = 105.47071$$

【0041】 实施例5

$$n_{1931} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_1 = 67.8$$

$$n_{1932} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_2 = 67.8$$

$$n_{1933} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_3 = 67.8$$

$$n_{1934} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_4 = 67.8$$

$$n_{1935} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_5 = 67.8$$



$$r_{10} = 47.5491(\text{非球面})$$

非球面係数

第1面

$$P = 1$$

$$A_4 = 2.03175 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 3.10104 \times 10^{-13}$$

$$A_8 = 3.35603 \times 10^{-17}$$

$$A_{10} = -1.06665 \times 10^{-20}$$

第3面

$$P = 1$$

$$A_4 = -8.73843 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 2.43775 \times 10^{-12}$$

$$A_8 = 3.77550 \times 10^{-16}$$

$$A_{10} = 1.31565 \times 10^{-19}$$

第5面

$$P = 1$$

$$A_4 = -1.65516 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -4.46539 \times 10^{-13}$$

$$A_8 = 3.83871 \times 10^{-17}$$

$$A_{10} = -1.09113 \times 10^{-21}$$

$$r_1 = -639.5688$$

$$d_1 = 10.000$$

$$n_{1931} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_1 = 67.8$$

$$r_2 = -172.8565$$

$$d_2 = 336.346$$

$$r_3 = -117.7121(\text{非球面}) \quad d_3 = 10.000$$

$$n_{1932} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_2 = 67.8$$

$$r_4 = 138.9428$$

$$d_4 = 86.675$$

$$r_5 = 428.5867(\text{非球面}) \quad d_5 = 28.263$$

$$n_{1933} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_3 = 67.8$$

$$r_6 = -173.7725$$

$$d_6 = 167.149$$

$$r_7 = 160.0200(\text{非球面}) \quad d_7 = 35.5094$$

$$n_{1934} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_4 = 67.8$$

$$r_8 = -583.8214$$

$$d_8 = 101.926$$

$$r_9 = 65.1302$$

$$d_9 = 56.228$$

$$n_{1935} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_5 = 67.8$$

$$r_{10} = 50.5856(\text{非球面})$$

第7面

$$P = 1$$

$$A_4 = -2.77045 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -6.49105 \times 10^{-13}$$

$$A_8 = -1.28276 \times 10^{-17}$$

$$A_{10} = -3.27926 \times 10^{-22}$$

第10面

$$P = 1$$

$$A_4 = 1.06582 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 5.51608 \times 10^{-10}$$

$$A_8 = 2.17457 \times 10^{-13}$$

$$A_{10} = 2.85959 \times 10^{-16}$$

$$f_1 = 470.98184$$

$$f_2 = -121.21548$$

$$f_3 = 227.48599$$

$$f_4 = 163.54116$$

$$f_{34} = 134.92856$$

【0042】実施例6

非球面係数

第3面

$$P = 1$$

$$A_4 = -4.97515 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.00710 \times 10^{-11}$$

$$A_8 = 5.58840 \times 10^{-16}$$

$$A_{10} = 2.85451 \times 10^{-19}$$

第5面

$$P = 1$$

$$A_4 = -9.69048 \times 10^{-9}$$

$$A_6 = -7.78872 \times 10^{-13}$$

$$A_8 = 5.68133 \times 10^{-17}$$

$$A_{10} = -1.88990 \times 10^{-21}$$

第7面

$$P = 1$$

$$A_4 = -3.18894 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -7.74915 \times 10^{-13}$$

$$A_8 = -2.05000 \times 10^{-17}$$

$$A_{10} = -7.26451 \times 10^{-22}$$

第10面

$$P = 1$$

$$A_4 = 1.18566 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 5.38757 \times 10^{-10}$$

$$A_8 = 2.21170 \times 10^{-13}$$

$$A_{10} = 1.78106 \times 10^{-16}$$

$$f_1 = 419.75575$$

$$f_2 = -112.22444$$

$$f_3 = 224.57070$$

$$f_4 = 151.85925$$

$$f_{34} = 140.86807$$

【0043】実施例7

$$r_1 = -177.6669(\text{非球面}) \quad d_1 = 10.000$$

$$n_{1931} = 1.56(\text{SiO}_2) \quad \nu_1 = 67.8$$

$$r_2 = -114.2492$$

$$d_2 = 419.764$$

$r_3 = -340.0667$ (非球面)	$d_3 = 10.000$	$n_{1932} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_2 = 67.8$
$r_4 = 147.5802$	$d_4 = 94.540$		
$r_5 = 316.7103$ (非球面)	$d_5 = 36.042$	$n_{1933} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_3 = 67.8$
$r_6 = -150.7398$	$d_6 = 229.790$		
$r_7 = 142.6463$	$d_7 = 19.393$	$n_{1934} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_4 = 67.8$
$r_8 = 2500.1875$	$d_8 = 32.167$		
$r_9 = 60.8011$	$d_9 = 64.565$	$n_{1935} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_5 = 67.8$
$r_{10} = 38.4152$ (非球面)			

非球面係数

第1面

 $P = 1$  $A_4 = 2.96198 \times 10^{-3}$  $A_6 = 2.80539 \times 10^{-12}$  $A_8 = 3.32053 \times 10^{-16}$  $A_{10} = -3.12952 \times 10^{-20}$ 

第3面

 $P = 1$  $A_4 = -1.53160 \times 10^{-7}$  $A_6 = -7.02996 \times 10^{-12}$  $A_8 = -6.64599 \times 10^{-16}$  $A_{10} = -2.96550 \times 10^{-20}$ 

第5面

 $P = 1$  $A_4 = -3.63247 \times 10^{-3}$  $A_6 = -3.24021 \times 10^{-13}$  $A_8 = 2.73201 \times 10^{-17}$  $A_{10} = -5.07985 \times 10^{-22}$ 

第10面

 $P = 1$  $A_4 = 2.72286 \times 10^{-6}$  $A_6 = 2.66106 \times 10^{-9}$  $A_8 = 1.32154 \times 10^{-12}$  $A_{10} = 6.12735 \times 10^{-15}$  $f_1 = 540.93912$  $f_2 = -182.43733$  $f_3 = 187.56708$  $f_4 = 163.65149$  $f_{34} = 144.89599$ 

【0044】実施例8

$r_1 = -770.5823$ (非球面)	$d_1 = 10.000$	$n_{1931} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_1 = 67.8$
$r_2 = -181.1563$	$d_2 = 323.852$		
$r_3 = -104.2579$	$d_3 = 10.000$	$n_{1932} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_2 = 67.8$
$r_4 = 152.4160$ (非球面)	$d_4 = 83.320$		
$r_5 = 687.3939$ (非球面)	$d_5 = 27.073$	$n_{1933} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_3 = 67.8$
$r_6 = -152.2819$	$d_6 = 199.438$		
$r_7 = 165.5278$ (非球面)	$d_7 = 37.254$	$n_{1934} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_4 = 67.8$
$r_8 = -521.4727$	$d_8 = 110.829$		
$r_9 = 64.7358$	$d_9 = 55.673$	$n_{1935} = 1.56(\text{SiO}_2)$	$\nu_5 = 67.8$
$r_{10} = 51.6125$ (非球面)			

非球面係数

第1面

 $P = 1$  $A_4 = 1.33179 \times 10^{-3}$  $A_6 = 1.51140 \times 10^{-13}$  $A_8 = -4.98385 \times 10^{-17}$  $A_{10} = 7.93760 \times 10^{-21}$ 

第4面

 $P = 1$  $A_4 = 2.63093 \times 10^{-3}$  $A_6 = -8.62168 \times 10^{-12}$  $A_8 = -5.04964 \times 10^{-16}$  $A_{10} = 5.54964 \times 10^{-20}$ 

第5面

 $P = 1$  $A_4 = -1.75977 \times 10^{-3}$  $A_6 = -2.26585 \times 10^{-14}$  $A_8 = 7.86457 \times 10^{-13}$  $A_{10} = -2.01203 \times 10^{-22}$ 

第7面

 $P = 1$  $A_4 = -2.71075 \times 10^{-3}$  $A_6 = -6.98608 \times 10^{-13}$  $A_8 = -1.54543 \times 10^{-17}$  $A_{10} = -4.67852 \times 10^{-22}$ 

第10面

 $P = 1$  $A_4 = 1.20203 \times 10^{-6}$

$$\begin{aligned} A_6 &= 5.58619 \times 10^{-10} \\ A_8 &= 1.88633 \times 10^{-13} \\ A_{10} &= 2.53098 \times 10^{-16} \\ f_1 &= 420.35709 \\ f_2 &= -109.02802 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_1 &= -689.8204 & d_1 &= 10.000 \\ r_2 &= -175.7935 & d_2 &= 335.963 \\ r_3 &= -117.2918 & d_3 &= 10.000 \\ r_4 &= 133.7268(\text{非球面}) & d_4 &= 85.589 \\ r_5 &= 489.8047(\text{非球面}) & d_5 &= 28.595 \\ r_6 &= -164.6619 & d_6 &= 165.824 \\ r_7 &= 164.5730(\text{非球面}) & d_7 &= 36.401 \\ r_8 &= -519.6006 & d_8 &= 102.620 \\ r_9 &= 65.0957 & d_9 &= 55.004 \\ r_{10} &= 51.1461(\text{非球面}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_3 &= 225.22159 \\ f_4 &= 152.37870 \\ f_{34} &= 167.04208 \\ \text{【0045】実施例9} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{1931} &= 1.56(\text{SiO}_2) & \nu_1 &= 67.8 \\ n_{1932} &= 1.56(\text{SiO}_2) & \nu_2 &= 67.8 \\ n_{1933} &= 1.56(\text{SiO}_2) & \nu_3 &= 67.8 \\ n_{1934} &= 1.56(\text{SiO}_2) & \nu_4 &= 67.8 \\ n_{1935} &= 1.56(\text{SiO}_2) & \nu_5 &= 67.8 \end{aligned}$$

非球面係数

第4面

$$\begin{aligned} P &= 1 \\ A_4 &= 4.70544 \times 10^{-3} \\ A_6 &= -9.70520 \times 10^{-12} \\ A_8 &= -7.80392 \times 10^{-16} \\ A_{10} &= 5.09643 \times 10^{-20} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} P &= 1 \\ A_4 &= -1.03988 \times 10^{-3} \\ A_6 &= -2.91909 \times 10^{-13} \\ A_8 &= 8.42545 \times 10^{-13} \\ A_{10} &= -3.31289 \times 10^{-23} \end{aligned}$$

第7面

$$\begin{aligned} P &= 1 \\ A_4 &= -2.93977 \times 10^{-3} \\ A_6 &= -7.99535 \times 10^{-13} \\ A_8 &= -1.74429 \times 10^{-17} \\ A_{10} &= -4.57788 \times 10^{-22} \end{aligned}$$

第10面

$$\begin{aligned} P &= 1 \\ A_4 &= 1.13344 \times 10^{-6} \\ A_6 &= 5.02843 \times 10^{-10} \\ A_8 &= 1.71824 \times 10^{-13} \\ A_{10} &= 1.87329 \times 10^{-16} \\ f_1 &= 418.35278 \\ f_2 &= -110.00832 \\ f_3 &= 223.56611 \\ f_4 &= 152.68722 \\ f_{34} &= 141.63892 \end{aligned}$$

【0046】以上の実施例1～3の球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を示す収差図を図10～図18に示す。図中、Yは像高比、Mはメリジオナル像面、Sはサジタル像面を示す。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、広い露光領域と高い解像力を持った透過率の良い、物体側及び像側共にテレセントリックな構成の縮小投影レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の縮小投影レンズの断面図である。

【図2】本発明の実施例2の縮小投影レンズの断面図である。

【図3】本発明の実施例3の縮小投影レンズの断面図である。

【図4】本発明の実施例4の縮小投影レンズの断面図である。

【図5】本発明の実施例5の縮小投影レンズの断面図である。

【図6】本発明の実施例6の縮小投影レンズの断面図である。

【図7】本発明の実施例7の縮小投影レンズの断面図である。

【図8】本発明の実施例8の縮小投影レンズの断面図である。

【図9】本発明の実施例9の縮小投影レンズの断面図である。

【図10】実施例1の収差図である。

【図11】実施例2の収差図である。

【図12】実施例3の収差図である。

【図13】実施例4の収差図である。

【図14】実施例5の収差図である。

【図15】実施例6の収差図である。

【図16】実施例7の収差図である。

【図17】実施例8の収差図である。

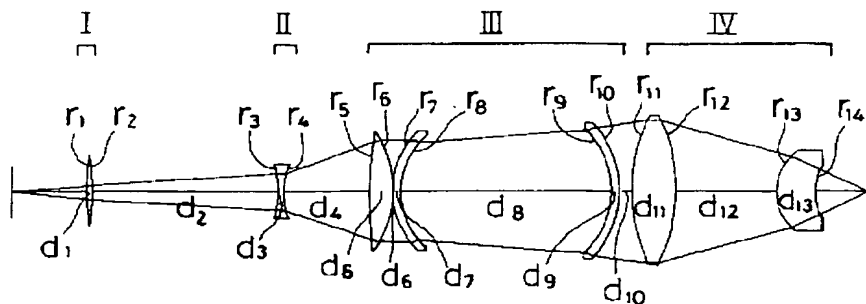
【図18】実施例9の収差図である。

【符号の説明】

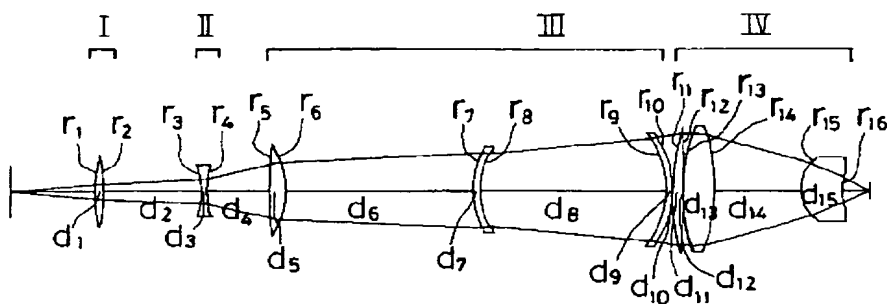
I ...第 1 群  
II ...第 2 群

III ...第 3 群  
IV ...第 4 群

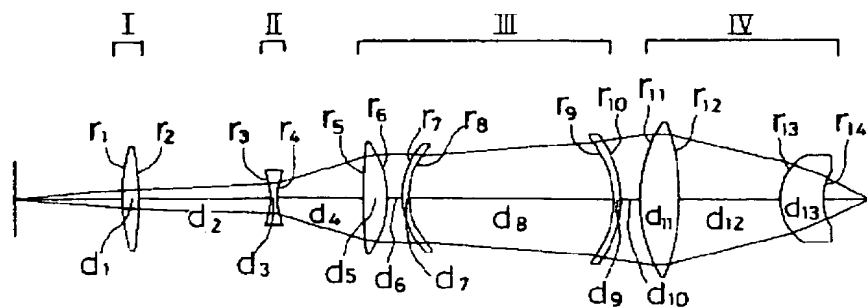
【図 1】



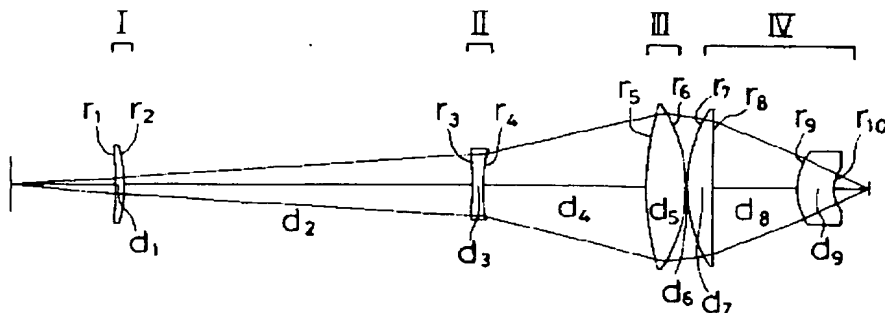
【図 2】



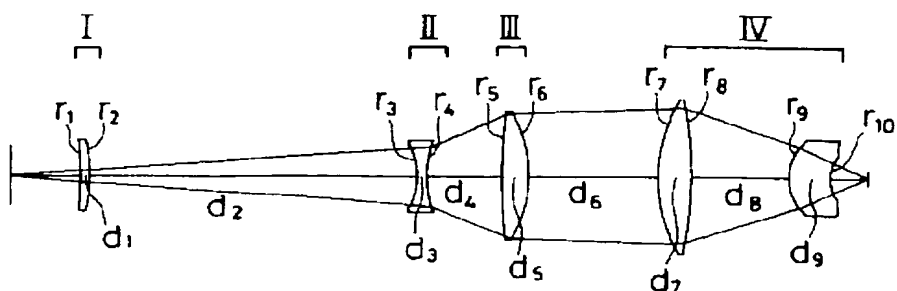
【図 3】



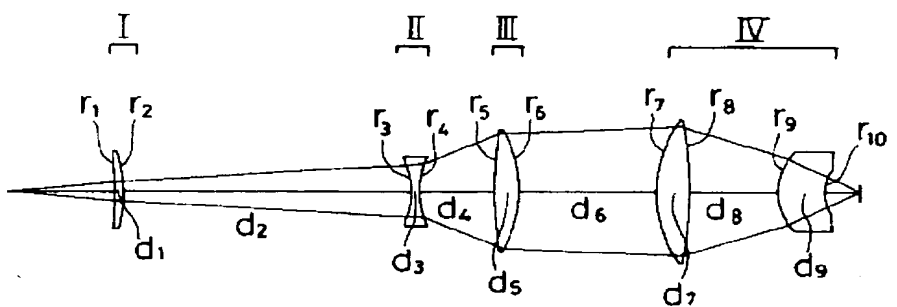
【図 4】



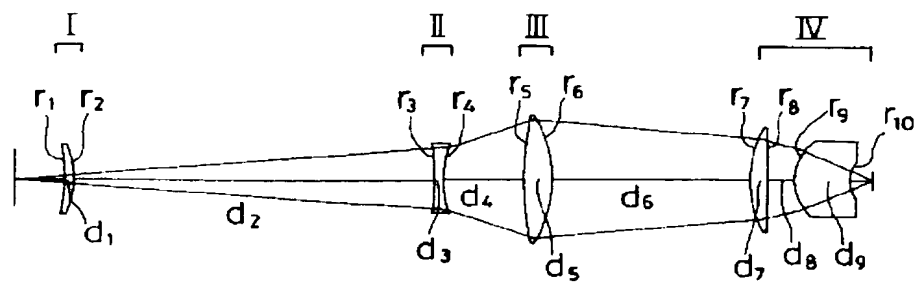
【図 5】



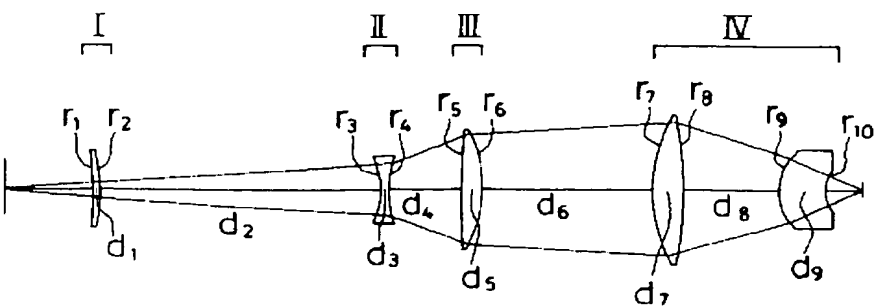
【図 6】



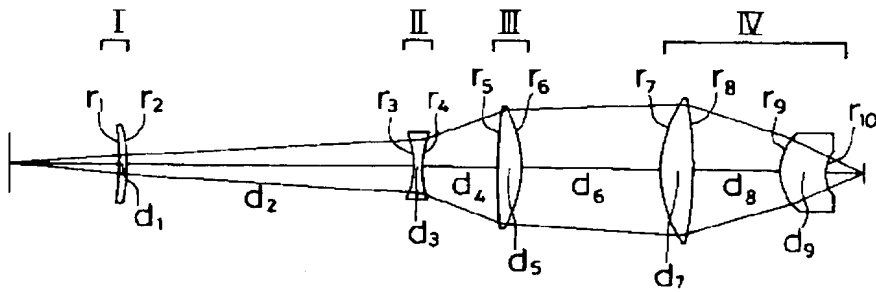
【図 7】



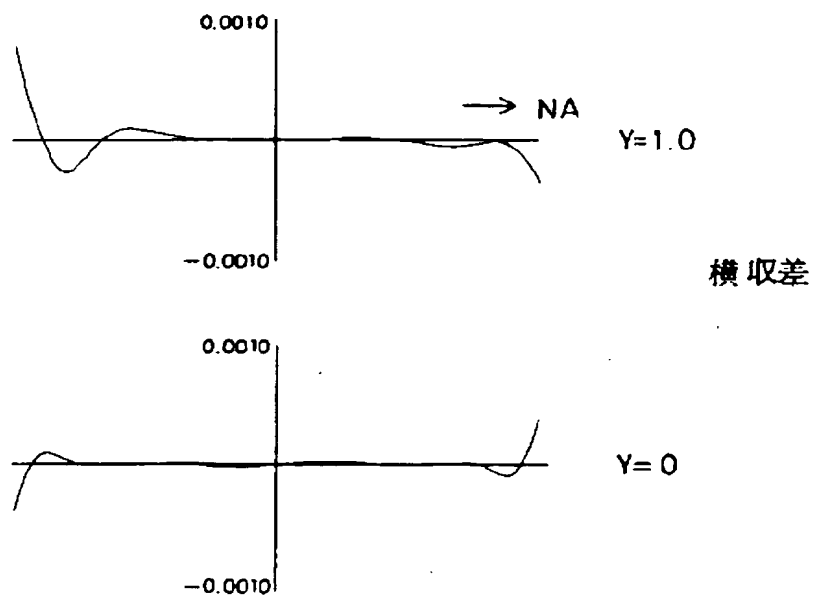
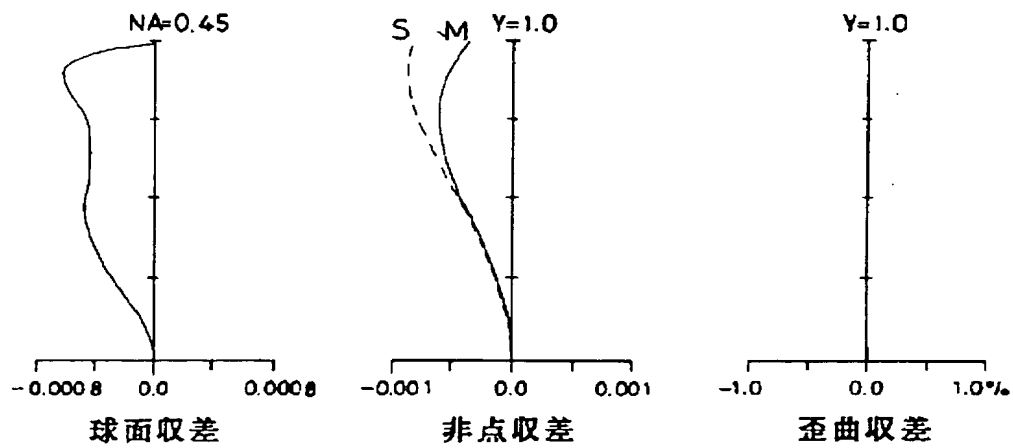
【図 8】



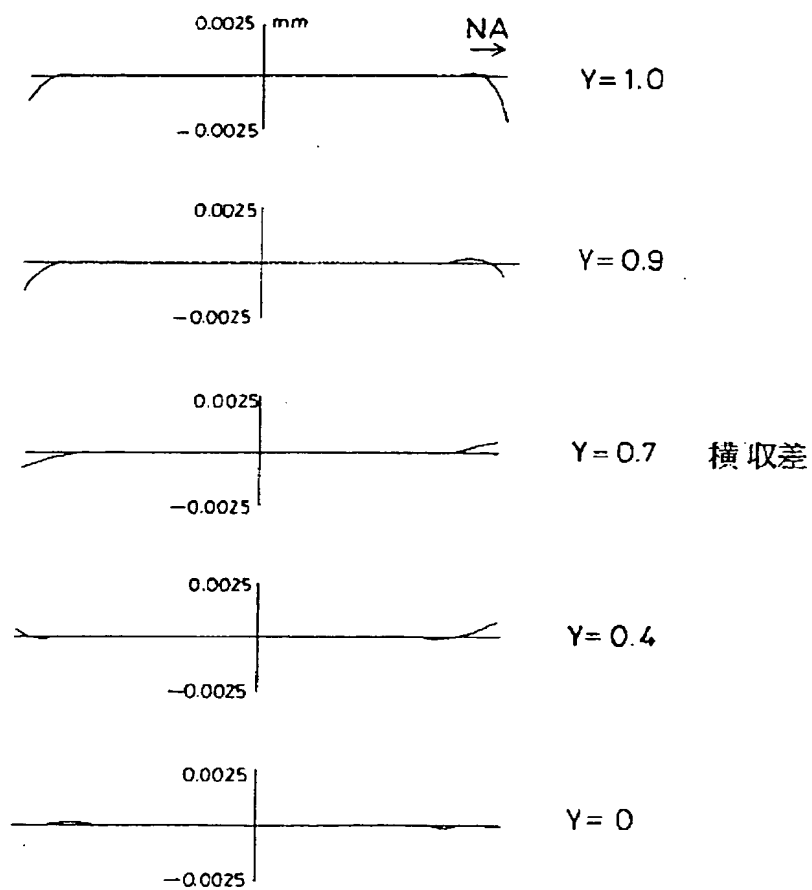
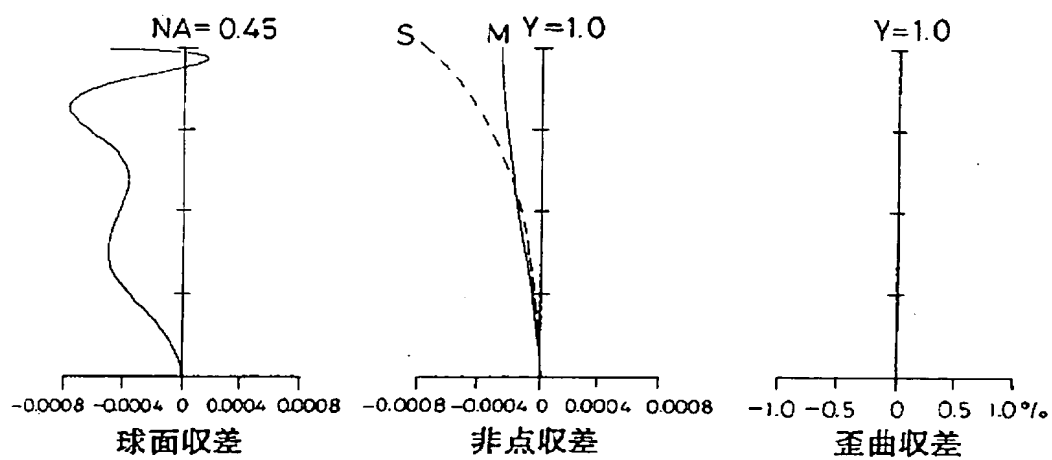
【図9】



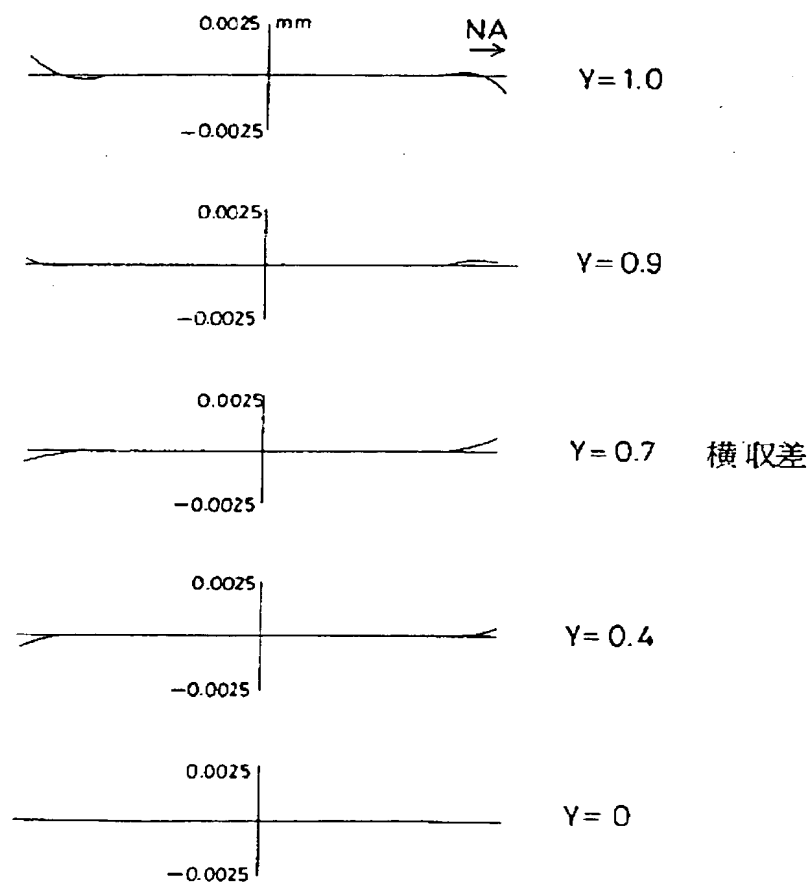
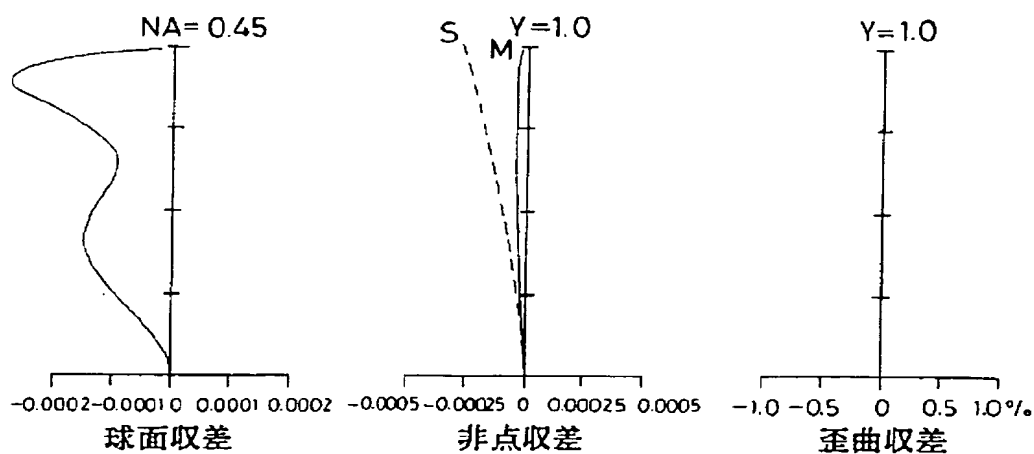
【図13】



【図 10】

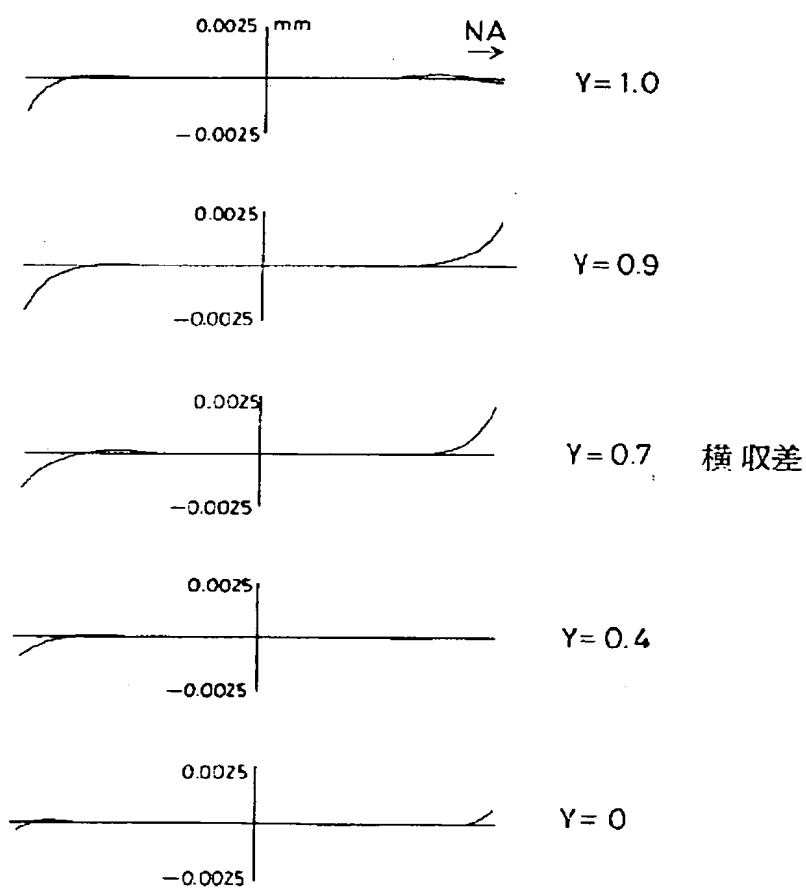
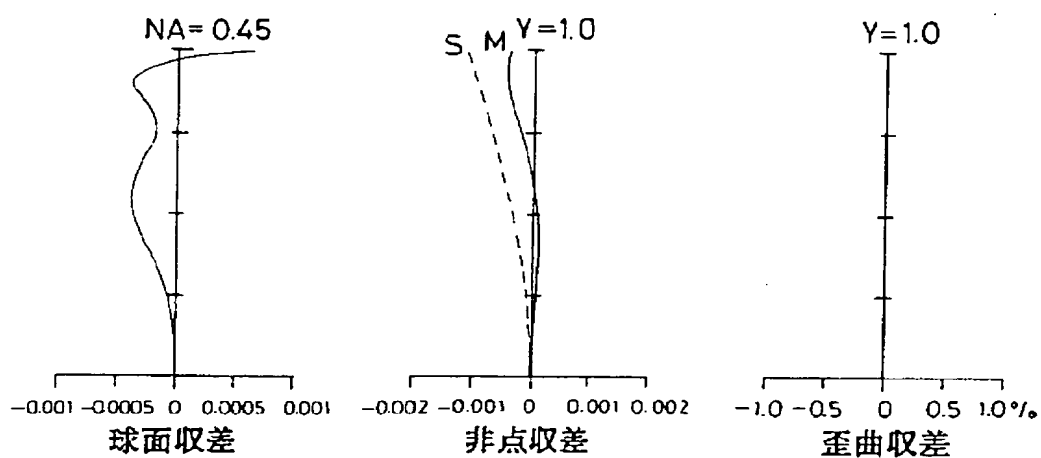


【圖 1 1】

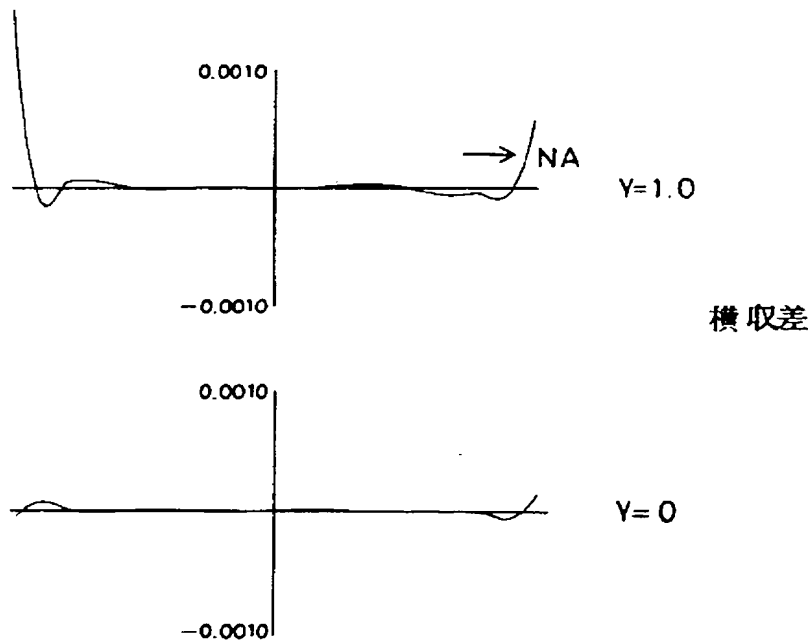
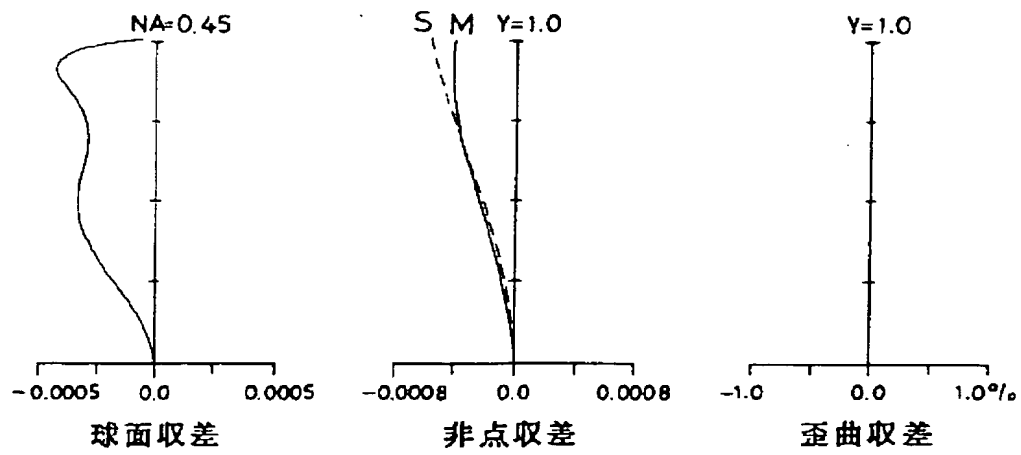




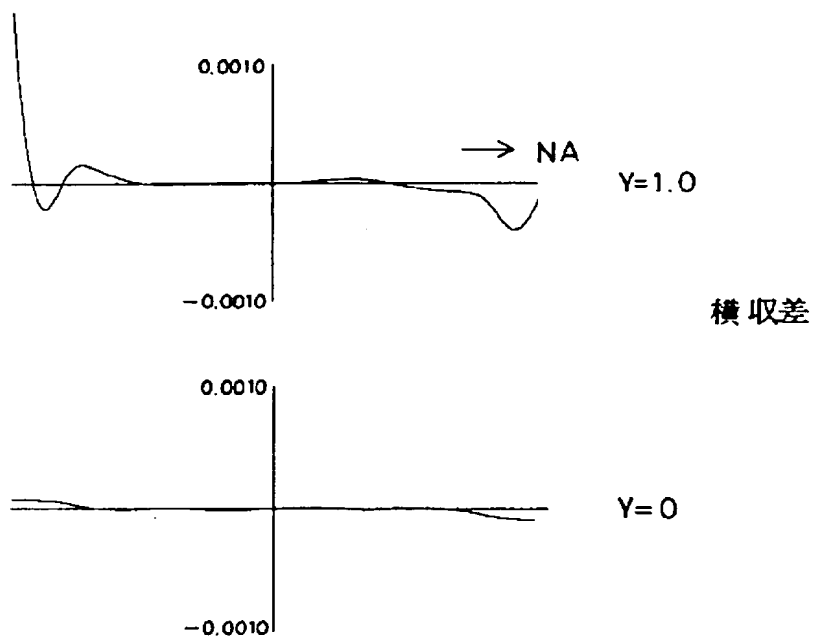
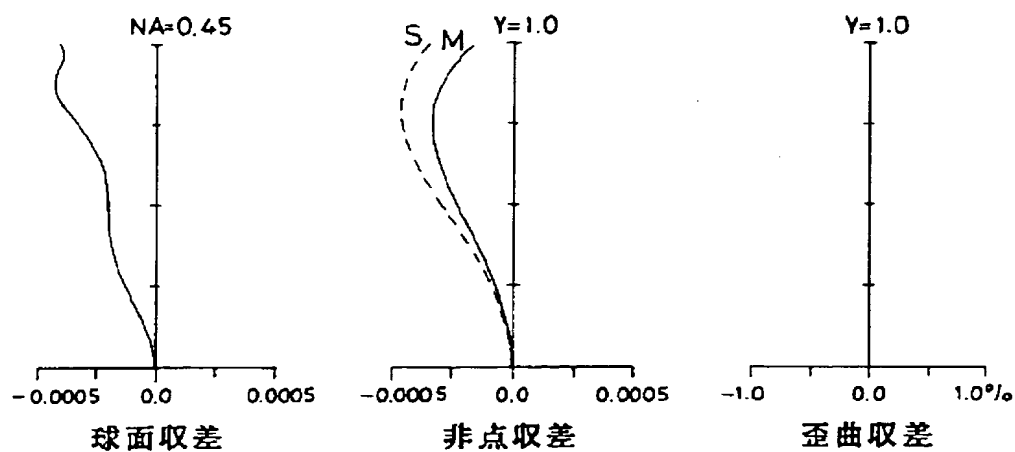
【図12】



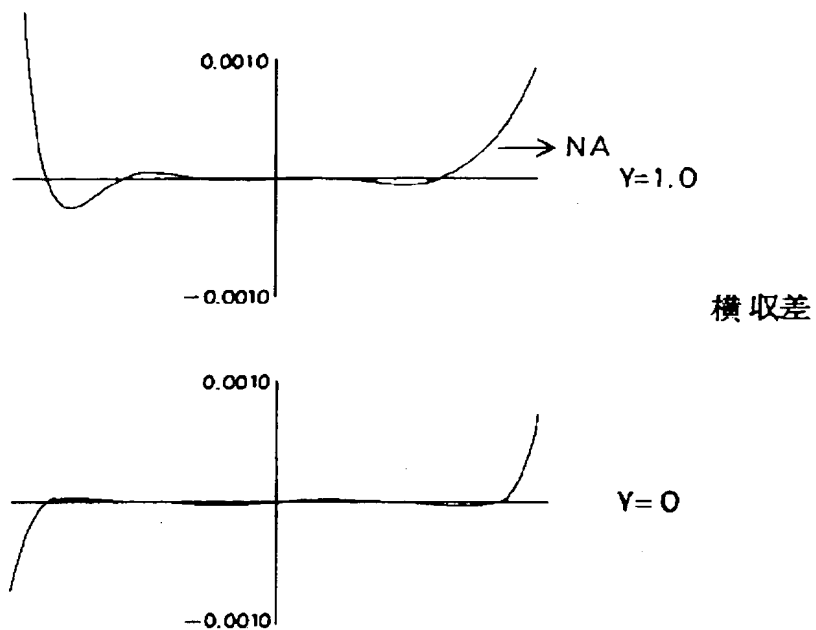
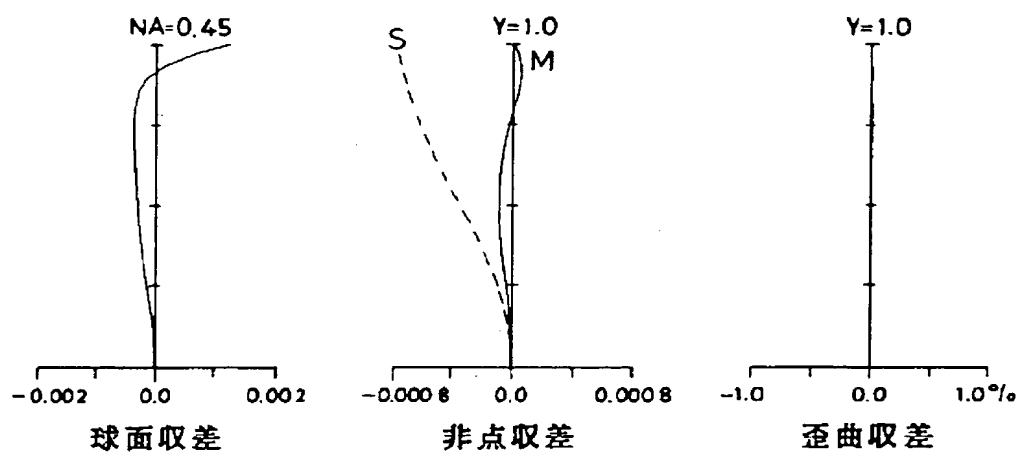
【図14】



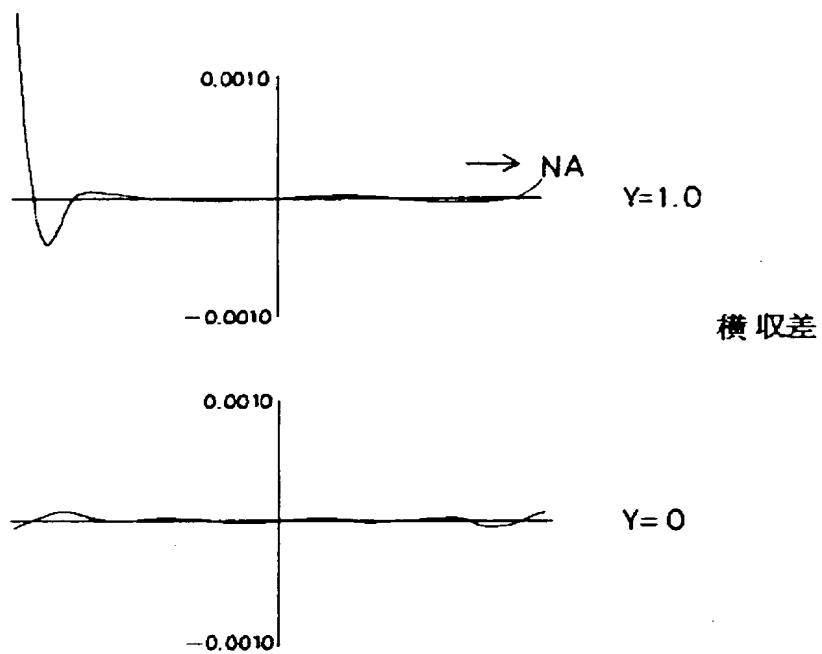
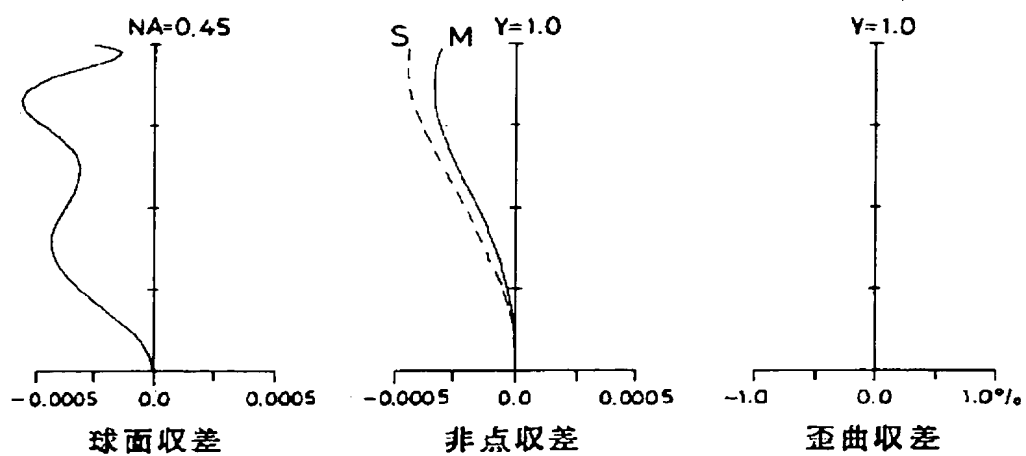
【図 15】



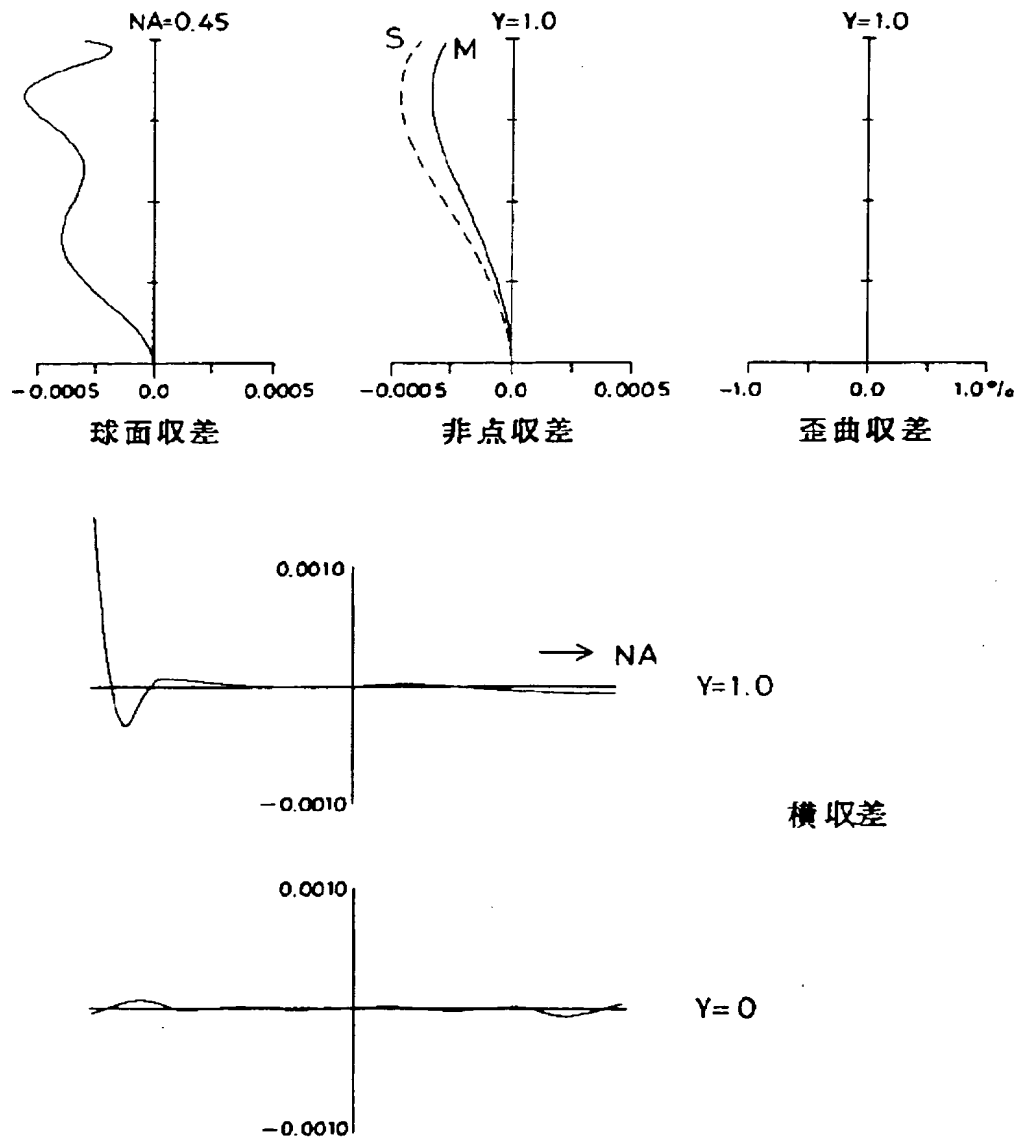
【図16】



【図 17】



【図 18】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成10年(1998)12月8日

【公開番号】特開平5-34593

【公開日】平成5年(1993)2月12日

【年通号数】公開特許公報5-346

【出願番号】特願平3-281223

【国際特許分類第6版】

G02B 13/24

13/14

13/18

【FI】

G02B 13/24

13/14

13/18

【手続補正書】

【提出日】平成10年6月17日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、像側に凹面を向けたメニスカスレンズを少なくとも1枚有する正の第4レンズ群で構成され、  
各レンズ群は屈折率1.6以下のガラス材料からなる単数又は複数のレンズにより構成され、かつ、  
第2レンズ群、第4レンズ群にそれぞれ少なくとも1面の非球面が配置されていることを特徴とする縮小投影レンズ。

【請求項2】 入射瞳及び射出瞳位置が十分に遠くに設定された両テレセントリックに構成されていることを特徴とする請求項1記載の縮小投影レンズ。

$$|f_{34}| < D/5$$

ただし、 $f_{34}$ は第3レンズ群と第4レンズ群の合成焦点距離、 $D$ は物像間距離である。

$$f_4 < D/2$$

ただし、 $f_4$ は第4レンズ群の焦点距離、 $D$ は物像間距離である。

【請求項7】 請求項1又は4において、  
第1レンズ群が両凸レンズからなり、  
第2レンズ群が両凹レンズからなり、  
第3レンズ群が両凸レンズからなる前群と、凹面を向き合わせた2枚の負メニスカスレンズの後群とからなることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項8】 請求項7において、

【請求項3】  $\text{SiO}_2$  からなる複数のレンズからなり、レンズの総厚が物像間距離の $1/4$ 以下であり、波長 $250\text{nm}$ 以下の光により物体像を形成するために両側テレセントリックに構成されていることを特徴とする縮小投影レンズ。

【請求項4】 物体側より順に、正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、像側に凹面を向けたメニスカスレンズを少なくとも1枚有する正の第4レンズ群で構成され、  
第1レンズ群はレンズ系の略無限遠方にある入射瞳を第3レンズ群の近傍に投影し、  
第2レンズ群は非球面を有し、  
第3レンズ群は第2レンズ群からの発散光を略平行な光束に変換し、  
第4レンズ群は非球面を有することを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項5】 請求項1又は4において、以下の条件を満足することを特徴とする縮小投影レンズ系。

$$\dots \textcircled{1}$$

【請求項6】 請求項1又は4において、以下の条件を満足することを特徴とする縮小投影レンズ系。

$$\dots \textcircled{2}$$

第4レンズ群が両凸レンズと像側に凹面を向けた正メニスカスレンズとからなることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項9】 請求項7において、  
第4レンズ群が2枚の両凸レンズと像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとからなることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項10】 請求項7において、  
第4レンズ群が両凸レンズと像側に凹面を向けた2枚の

正メニスカスレンズとからなることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項11】 請求項1又は4において、  
第1レンズ群が物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズからなり、  
第2レンズ群が両凹レンズからなり、  
第3レンズ群が両凸レンズからなることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項12】 請求項11において、  
$$f_1 < D/2.5$$

ただし、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $D$ は物像間距離である。

【請求項15】 請求項8、9又は10において、第3レンズ群の2枚の負メニスカスレンズの厚さが有効径の  
$$|f_2| < D/5$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離、 $D$ は物像間距離である。

$$D/3 < f_1 < D$$

ただし、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $D$ は物像間距離である。

$$D/10 < |f_2|$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離、 $D$ は物像間距離である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】本発明のもう1つの縮小投影レンズは、 $SiO_2$ からなる複数のレンズからなり、レンズの総厚が物像間距離の $1/4$ 以下であり、波長 $250\text{nm}$ 以下の光により物体像を形成するために両側テレセントリック

第4レンズ群が像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとからなることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項13】 請求項11において、  
第4レンズ群が両凸レンズと像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとからなることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項14】 請求項8、9又は10において、以下の条件を満足することを特徴とする縮小投影レンズ系。  
・・・③

$1/4$ 以下であることを特徴とする縮小投影レンズ系。

【請求項16】 請求項8、9又は10において、以下の条件を満足することを特徴とする縮小投影レンズ系。  
・・・⑤

【請求項17】 請求項12又は13において、以下の条件を満足することを特徴とする縮小投影レンズ系。  
・・・④

【請求項18】 請求項12又は13において、以下の条件を満足することを特徴とする縮小投影レンズ系。  
・・・⑥

に構成されていることを特徴とするものである。本発明のさらにもう1つの縮小投影レンズは、物体側より順に、正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、像側に凹面を向けたメニスカスレンズを少なくとも1枚有する正の第4レンズ群で構成され、第1レンズ群はレンズ系の略無限遠方にある入射瞳を第3レンズ群の近傍に投影し、第2レンズ群は非球面を有し、第3レンズ群は第2レンズ群からの発散光を略平行な光束に変換し、第4レンズ群は非球面を有することを特徴とするものである。